

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07253528  
PUBLICATION DATE : 03-10-95

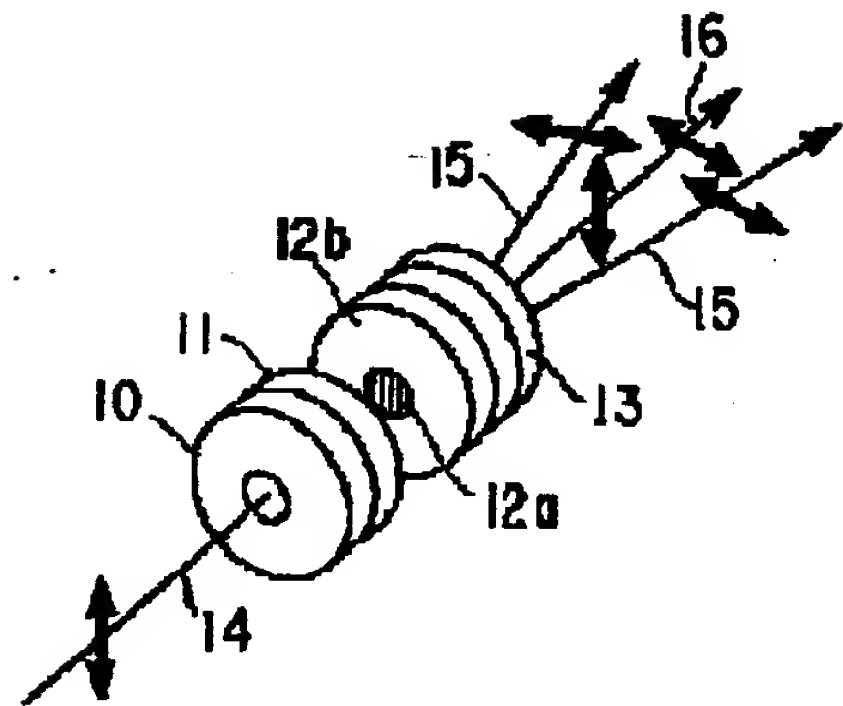
APPLICATION DATE : 16-03-94  
APPLICATION NUMBER : 06044620

APPLICANT : OLYMPUS OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : TAZAKI HIROSHI;

INT.CL. : G02B 7/00 G02B 5/18 G02F 1/37  
H01S 3/109

TITLE : OPTICAL AXIS ADJUSTING DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To provide an optical axis adjusting device capable of aligning optical parts by exactly recognizing the position of invisible light with an optical system using an invisible light source.

CONSTITUTION: This optical axis adjusting device has a second higher harmonic wave generating element 11 of a transmission type which consists of a uniaxial crystal arranged to satisfy first kind of phase matching conditions for an incident luminous flux, a temp. control element 10 for adjusting the temp. of the uniaxial crystal so as to satisfy the phase matching conditions and a transmission type diffraction grating 12 for diffracting the prescribed light quantity of the SHG waves from the second higher harmonic wave generating element 11 by receiving the luminous flux transmitted through the second higher harmonic wave generating element 11.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-253528

(43)公開日 平成7年(1995)10月3日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 7/00

D

5/18

G 0 2 F 1/37

H 0 1 S 3/109

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平6-44620

(22)出願日 平成6年(1994)3月16日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 田崎 洋志

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

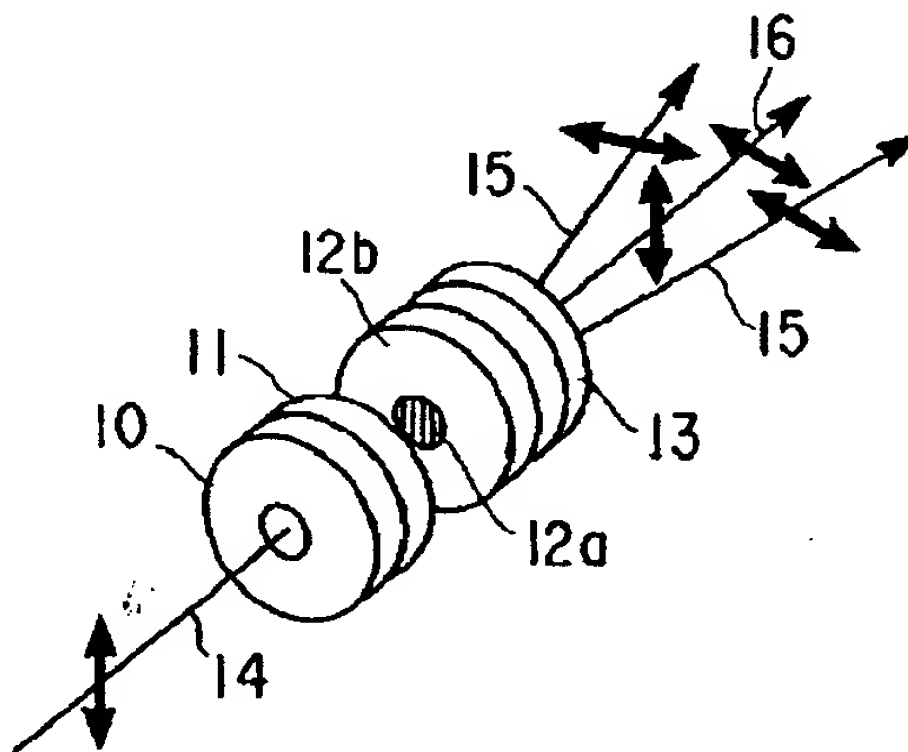
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 光軸調整装置

(57)【要約】

【目的】不可視の光源を用いる光学系において、不可視光の位置を正確に認識して光学部品のアライメントを行える光軸調整装置を提供する。

【構成】本発明の光軸調整装置は、入射光束に対して第一種の位相整合条件を満たすべく配置された一軸性結晶からなる透過型の第2高調波発生素子11と、位相整合条件を満たすべく、一軸性結晶の温度を調整するための温度調節素子10と、第2高調波発生素子11を透過した光束を受けて第2高調波発生素子11からのSHG波の所定の光量を回折するための透過型回折格子12と、を有している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸を調整するための光軸調整装置において、

入射光束に対して第一種の位相整合条件を満たすべく配置された一軸性結晶からなる透過型の第2高調波発生素子と、

前記位相整合条件を満たすべく前記一軸性結晶の温度を調整するための温度調整手段と、

前記第2高調波発生素子を透過した光束を受けて前記第2高調波発生素子からのSHG波の所定の光量を回折するための透過型回折格子と、を有することを特徴とする光軸調整装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、温度調節素子及び回折格子等を備えたSHG素子に関し、不可視の近赤外レーザ光を可視化して光学系のアライメント（光軸調整）を行う装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、高出力の近赤外レーザ光のアライメント方法には、蛍光材料を発光面に用いたIRカードや、赤外カメラ等が用いられている。また、不可視のレーザ光とHe-Neレーザ等の可視のレーザ光が同軸に重なるようにIRカード等を用いて調整した後、不可視のレーザ光を遮断し、可視レーザ光をガイドとして光学系を組み立て調整して行くアライメント方法がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記アライメント法において、IRカードは、反射型で光路を遮ることになるので、IRカード上では赤外光の照射位置を可視の蛍光によってはっきり認識することができる。しかし、IRカードを光路上から取り去って光学部品に赤外光を入射させる際には、IRカード上の蛍光の位置から不可視のビームが部品の大体どのあたりを照射しているか見積もることになり、精密な調整には不向きである。

【0004】 また、赤外カメラを用いてアライメントを行う場合、この赤外カメラは結構重い上に片手がふさがるので、光路上の部品の位置調整がやりにくい。さらに、赤外カメラを通すと、部品の像の輪郭やビーム経路は不鮮明にしか見えない。

【0005】 さらに、可視レーザ光を同軸で重ねてガイドする方法があるが、この方法によれば、可視ガイド光に対して最適となる調整をして行くことになるので、光学系の途中で波長依存性（分散性）のある部品（レンズ、波長板など）が入る場合、赤外光とガイド光の波長の差から焦点距離や収差、リタデーション等が異なり、正確に調整できないことがある。従って、必ずしも優れたアライメント方法とは言えない。

【0006】 本発明は、上記問題点を解決するために、赤外光に対して透過型であり、可視のSHG回折光によ

って不可視近赤外光である基本波の位置を正確に知ることが可能なアライメント用の装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために、本発明の光軸調整装置は、入射光束に対して第一種の位相整合条件を満たすべく配置された一軸性結晶からなる透過型の第2高調波発生素子と、前記位相整合条件を満たすべく前記一軸性結晶の温度を調整するための温度調整手段と、前記第2高調波発生素子を透過した光束を受けて前記第2高調波発生素子からのSHG波の所定の光量を回折するための透過型回折格子と、を有することを特徴としている。

## 【0008】

【作用】 近赤外の入射光束は、一軸性結晶からなる透過型の第2高調波発生素子（SHG素子）であって入射光束に対して第1種の位相整合条件を満たすように配置され温度調整手段で温度同調をとられた第2高調波発生素子によって、その一部は可視光に変換される。その後、透過型回折格子によって、SHG波出力の内、一部分が可視の±1次回折光として光軸から離れて射出される。この回折光が調整対象の光学部品に設けられた指標上の所定の位置に投影されるように当該光学部品の位置を調整する。これによって、不可視の基本波が光学部品の所定の位置を透過するように調整される。

## 【0009】

【本発明の概要】 まず、本発明の原理について説明する。SHGが得られる非中心対称性の一軸性結晶を用いて、90度方向で温度同調によって基本波（偏光面が常光線方向）とSHG波（異常光線方向）の屈折率を一致させる第1種の位相整合条件（即ち  $n_o(\omega) = n_e(2\omega)$ ）を満たす配置をとるように結晶の方位と偏光方向を選択すると、入射する不可視の近赤外光（ $\lambda \leq \sim 1.5 \mu m$ ）は温度調整素子で90度温度同調位相整合状態に調整してあるSHG素子によって、その一部が可視光に変換される。さらに矩形断面形状を持つ透過型回折格子の、回折格子上での進相部分と遅相部分の位相差  $\gamma$  がSHG波に対して例えば  $\pi$  となるようにつくられている場合には、回折格子に入射するSHG波はすべて回折光となり（透過率  $\eta_0 = \cos^2(\gamma/2)$ ）において位相差  $\gamma = 2\pi \Delta n \cdot T / \lambda = \pi$  なら  $\eta_0 = 0$  となり全て回折光となる。 $\Delta n$ ；進相部分と遅相部分の屈折率の差、 $T$ ；格子厚さ、 $\lambda$ ；波長）、かつ回折格子上での位相の進相部分と遅相部分の幅の比、即ちその矩形断面の幅の比率を1対1に設計してやれば、波長によらず高い回折効率で奇数次の回折光のみが現れる（回折光効率  $\eta_q = [(2/\pi) \sin(q\pi/2) / q \cdot \sin(\gamma/2)]^2$ 、 $q$ ；回折次数  $q = \pm i$  但し  $i = 1, 2, \dots$  すなわち次数偶数の時は上式より  $\eta_{\pm i} = 0$ 。一方、次数が奇数ならば、 $\eta_{\pm i}$  はほぼ40.53%、 $\eta_{\pm 2}$  はほぼ4.50%、 $\eta_{\pm 3}$

はほぼ1.620%...)ことが回折理論より明らかである。

【0010】従って、例えばSHG結晶後方に上記のスペックの透過型回折格子を別体で設けるか、SHG結晶の表面に適当な透明薄膜を作製してから薄膜を加工するか、或いは結晶表面を直接加工することで一体型の回折格子を作製すれば、不可視近赤外の基本波を中心として左右対称の位置に明るい可視の奇数次の回折光を発生させることができる。SHG波に対する位相差 $\gamma$ が $\pi$ の場合、不可視の基本波に対しては、例えば結晶表面に直接エッチング法で作製した回折格子上的の進相部分と遅相部分の位相差 $\gamma$ は、 $\pi/2$ になっており、回折論的には50%が透過する。なお、基本波の回折波は有害な散乱光となるので透過波以外は中心に孔を持つ赤外吸収フィルターによって除去することが好ましい。

【0011】上記透過型回折格子によって、発生した $\pm 1$ 次の可視回折光が、光学系を構成する光学部品の支持枠上に各光学部品の中心又は光軸に対して対称の位置にあるように設けられた指標を正しく照射するように光学部品の位置を調整する。すなわちこれは、 $\pm 1$ 次の可視回折光の中心位置にある不可視光が光軸上を通るように調整することであり、このようにして光学系のアライメントを行う。

【0012】なお、上記透過型回折格子によって発生した $\pm 1$ 次の可視回折光を適当な偏向角の薄型の偏向素子(例えばマイクロプリズムアレイ)を用いて基本波と適当な間隔で平行になるようにすれば、光学部品上で不可視基本波と可視の $\pm 1$ 次回折光の間隔は常に一定になるので、SHG素子から指標までの距離を近傍から十分に遠方までとることが可能となる。さらに、オフアクシス型の集束性回折レンズを用いると、予め指標を支持している部品支持枠の回転角と左右の指標上のスポット径の関係を調べておけば、照射された $\pm 1$ 次回折光のスポット径より部品支持枠の回転角がわかるので、所望の角度に合わせることができる。

【0013】また、SHGガイド光の出力は適当に大きい方が調整しやすいので、SHG素子の保持具に回転機構を設けるか又は偏光回転子をSHG素子の前方に設けて、入射偏光方向とSHG結晶の常光線方向を正確に一致させてSHG波出力が最大となるように調節できるようにするのが好ましい。このようにすれば、SHG素子保持具の回転又は偏光回転素子によって逆に位置不整合を最大にしてSHG波出力を最小とすることができる。従って、光学系中に複数の回折機能をもつSHG素子を配したままでアライメント調整に必要なSHG素子のみを選択的に動作させるようにして、基本波からSHG波への不要な変換による減衰および不要なSHG光による迷光の発生を抑えることができる。但し、光路中に本発明のSHG素子をおいたままでアライメントする場合には、入射側に偏光回転子を用いる構成では、SHG素子後方の光学系中に基本波長に対する偏光依存素子(偏光

ビームスプリッタや波長板等)が挿入されることを考慮して、出力側にも偏光回転子を設けておき、入力時と同じ偏光方向に戻すことができるようにして上記の偏光依存素子への影響を除くことができるようにするのが好ましい。

【0014】また、途中の光学系によってレーザの偏光状態が(楕)円偏光になっている場合には、 $1/4$ 波長板を挿入してそのF又はS軸を入射基本波の偏光の主軸方向と一致させ、一方の主軸方向に $\pi/2$ のリタデーションを与えて直線偏光に変換した後に、この偏光方向を最適位置に調整することによって、変換効率を高めることができる。但しこの構成において、前述の場合と同様に、光路中に本発明のSHG素子をおいたままでアライメントする場合には、SHG素子後方の光学系中に基本波長に対する偏光依存素子(偏光ビームスプリッタや波長板等)が挿入されることを考慮して、透過後に $1/4$ 波長板を挿入して $\pi/2$ のリタデーションを与えて(楕)円偏光に戻すようにし、上記の偏光依存素子への影響を除くことができるようにするのが好ましい。

【0015】

【実施例】以下、添付の図面に基づいて、本発明に適した実施例を具体的に説明する。図1は回折機能を有するSHG素子の基本構成を示す斜視図であり、図2はSHG素子の断面図である。

【0016】これらの図において、符号11は、一軸性のSHG結晶を示しており、この一軸性のSHG結晶11には、温度調整手段である孔開きの温度調節素子10が設けられている。また、一軸性のSHG結晶11の後方には、1次元直線回折格子12aが作製された透明材料12bが配されており、好ましくは透明材料12bの後方に、迷光となる基本波の回折光を除去し、且つ基本波の透過光が反射、吸収等による損失を受けないように、光軸部分に孔が形成された赤外吸収フィルター13が配されている。これにより、孔開きの温度調節素子10から入射する入射近赤外基本波14の一部が、一軸性のSHG結晶11および1次元直線回折格子12aを介して、SHG波 $\pm 1$ 次可視回折光15、及びSHG波透過光16となる。

【0017】次に、図1および図2に示す回折機能を有するSHG素子の作用について説明する。温度調節素子10と一体化され温度調整することで90度方向温度同調によって第1種の位相整合条件(即ち $n_o(\omega) = n_e(2\omega)$ )を満たす配置をとるように切り出され、研磨された一軸性SHG結晶11に対して、直線偏光の近赤外基本波14が孔開きの温度調節素子10を通して入射すると、基本波の偏光方向がSHG結晶11の常光線方向と一致するときに、基本波と同軸上に、偏光方向がSHG結晶11の異常光線方向である可視のSHG波が高い変換効率で発生する。このようにして発生したSHG波と基本波14が、透明材料12b上に作製された矩

形断面形状で格子周期のデューティ比が1対1の1次元直線回折格子12aに入射すると、各波長が感じる位相差に従ってそれぞれ透過光と奇数次の回折光が発生する。この場合、例えば格子基板材料として、SHG波を発生させたSHG結晶と同じ結晶を選び、これに常光線方向に平行にエッチングして、格子厚さがSHG波に対して $T = \lambda/2\Delta n$ （即ち回折格子上的進相部分と遅相部分の位相差 $\gamma$ が、 $\gamma = 2\pi\Delta n \cdot T/\lambda = \pi$ ）となるように回折格子を作製すると、SHG波は全て回折光となる（透過率 $\eta_0 = \cos^2(\gamma/2) = 0$ 、回折光効率 $\eta_0 = [(2/q\pi) \cdot \sin(\gamma/2)]^2$ 、 $q = \pm 1, \pm 3, \dots$ ；奇数次回折次数 $\eta_1$ はほぼ40.53%、 $\eta_3$ はほぼ4.50%、 $\eta_5$ はほぼ1.620%…）。

【0018】このようにして発生した可視のSHG波の内、高出力の±1次回折光15をアライメントに利用する。一方、この回折格子では、基本波に対しての位相差は、 $\gamma = \pi/2$ となるので透過率は50%となるが、透過光以外の有害な散乱光となる回折光は、透過光のみが通過するように中心に孔の開いた赤外吸収フィルター13によって除去される。なお、均質材料であるガラスを格子基板材料として用いた場合、例えば最もポピュラーなBK-7にエッチンググレーティングを作製する場合は、基本波長を $1.064 \mu\text{m}$ 、SHG波を $0.532 \mu\text{m}$ とすれば、SHG波が全て回折する条件で基本波の透過率は51.9%となる。実際には、この条件では基本波の減衰が大きいので、屈折率と格子厚さを適当に選択し、基本波の減衰をもう少し抑えることが必要になる。その際、SHG波の透過光16が発生するので、これと±1次回折光15を用いてアライメントするようにもできる。例えば上記構成の結晶表面をエッチングしたグレーティングの場合、SHG波の透過率25%とすれば、SHG波の±1次回折効率は30.40%、基本波の透過率は75.00%、また、SHG波の透過率50%とすれば、SHG波の±1次回折効率は20.27%、基本波の透過率は85.36%となる。

【0019】図3および図4は、偏光状態、方向の変換手段を備えた回折機能を有するSHG素子の構成を示す斜視図である。これらの図において、図1及び図2に示す構成要素と同一の構成要素に付いては、同一の参照符号が付されている。

【0020】図において、符号30a、30bは回転可能な1/4波長板、符号31は孔開きの温度調節素子と一軸性のSHG結晶を接合したもので回転可能な素子、符号32a、32bは偏光回転子をそれぞれ示している。このように構成された回折機能を有するSHG素子の動作を以下に説明する。

【0021】図1および図2に示す構成の回折機能を有するSHG素子では、入射偏光の状態と方向が結晶の常光線方向と一致しない場合はSHG波への変換効率が減少する。よって、基本波の近赤外レーザの偏光状態または途中に挿入された光学部品による偏光状態の変化を考

慮してそれらを補償するような構成が必要となる。今方位が分かっている楕円偏光を入射偏光状態とする（レーザ光の偏光状態を予め測定しておけば、挿入する光学系による偏光状態の変化は容易に分かる）。このときは、偏光状態をまず楕円偏光から直線偏光に変換する必要がある。

【0022】図3および図4において、入射する楕円偏光は、楕円の主軸方向とF、S軸が一致するように回転させた1/4波長板30aによって、一方の主軸方向に $\pi/2$ のリタデーションが与えられることで直線偏光に変換される。この直線偏光の方向（方位）とSHG結晶の常光線とを一致させるために、図3に示すように、温度調節素子と一体化したSHG結晶31を回転させて最適方位を取るように構成している。このようにすれば、SHG結晶31へ入射する基本波の方位と透過後の基本波の方位は自動的に一致するので、入射側の1/4波長板30aに対して90度回転させた同じリタデーションを持つ1/4波長板30bを射出側に挿入しておけば、入射前の楕円偏光状態に戻すことができる。

【0023】また、図4に示す構成では、SHG結晶は固定して偏光回転子32aによって入射偏光の方位を最適になるように回転させている。この構成の場合には、射出側に、入射回転角と逆方向に同じ量だけ方位を回転させるようにした偏光回転子32bを設けて、これを透過した後に図3に示す構成と同様、1/4波長板30bによって入射前の楕円偏光に戻すようにしている。

【0024】このように、図3および図4の両者の構成において、偏光状態を入射前の状態に戻すようにしたことで、以後の光学系に、基本波に対する偏光依存素子が挿入されていても、これらに対する影響は全く無くなり、光学系中に本発明の回折機能付きSHG素子をおいたままでも基本波による測定や評価を行うことが可能になる。これは光学系中のサンプルや光学部品を交換しながら測定する場合に、交換による再アライメントが短時間でできるというメリットとなる。また、基本波が直線偏光である場合は、2枚の1/4波長板30a、30bは不要になるが、これらを図示していないスロットに挿入する構造にして着脱可能とすることで対応することができる。なお、SHG透過波（図示せず）が発生して迷光となる場合には、可視のフィルター（図示せず）によって除去すれば良い。

【0025】図5および図6は、可視回折光用の薄型偏向素子であるマイクロプリズムアレイ及びオフアクシス型集束性回折レンズの断面図をそれぞれ示している。そして図7および図8は、図5および図6に示したマイクロプリズムアレイ及びオフアクシス型集束性回折レンズを用いた回折機能を有するSHG素子における光軸の調整方法を示す斜視図である。

【0026】図5に示すように、透明基板43の両面には、マイクロプリズムアレイ40、41が作製されてい



る。SHG結晶の後方に配された透過型回折格子から射出された光の内、基本波はそのまま透過し、 $\pm 1$ 次回折光はマイクロプリズムアレイ40、41によって、基本波14と平行となるように偏向される。この偏向光を符号45で示す。また、図6に示すように、透明基板43には、片面にマイクロプリズムアレイ40が、裏面にオフアクシス型集束性回折レンズ42がそれぞれ作製されている。SHG結晶の後方に配された透過型回折格子から射出された光の内、基本波はそのまま透過し、 $\pm 1$ 次回折光はマイクロプリズムアレイ40及びオフアクシス型集束性回折レンズ42によって、その光軸が基本波14と平行となるように偏向、集束するように射出される。このように偏向された $\pm 1$ 次回折光45、45' (偏向光とする) は、図7及び図8に示すように、光学部品支持枠50に形成された位置調整用で光軸対称に配置されている指標51、52に投射される。

【0027】まず、図5に示すマイクロプリズムアレイ、および図6に示すオフアクシス型集束性回折レンズについて説明する。今、図5に示すマイクロプリズムアレイ40、41が作製された透明基板43に、基本波及びSHG波の透過光14と、SHG波の $\pm 1$ 次回折光が入射した場合、基本波及びSHG波の透過光14はそのまま通過するが、SHG波の $\pm 1$ 次回折光は、入力側のマイクロプリズムアレイ40によって透過光14から離れる方向に屈折し、出力側のマイクロプリズムアレイ41によって透過光14と適当に離れた位置で符号45に示すように平行に射出される。この条件を満たすように2つのマイクロプリズムアレイ40、41には、適当な偏向角が与えられている。

【0028】一方、図6に示すマイクロプリズムアレイ40及びオフアクシス型集束性回折レンズ42が作製された透明基板43に、基本波及びSHG波の透過光14とSHG波の $\pm 1$ 次回折光が入射した場合は、透過光14はそのまま通過するが、SHG波の $\pm 1$ 次回折光は、入力側のマイクロプリズムアレイ40によって透過光14から離れる方向に屈折し、出力側のオフアクシス型集束性回折レンズ42によってレンズから射出後の光軸が透過光14と適当に離れた位置で平行となる集束光45' になる。この条件を満たすように偏向角と波面の位相変調が与えられている。

【0029】次に、図7を参照して、図1に示す構成に図5に示す偏向素子を付け加えたSHG素子を用いて光軸調整を行う場合と、図8を参照して、図1に示す構成に図6に示す偏向素子を付け加えたSHG素子を用いて光軸調整を行う場合を、それぞれ説明する。

【0030】図7に示すように、入力する基本波14から、回折機能を有するSHG素子(10、11、12、13で構成)によって基本波の透過光14、SHG波の透過光16及びSHG波の $\pm 1$ 次回折光15が発生し、図5に示す偏向素子に入射する。入射光波のうち、SH

G波の $\pm 1$ 次回折光15が偏向要素であるマイクロプリズムアレイ40、41によって偏向されて、同軸上にある基本波14とSHG波の透過光16と適当に離れた位置で平行な偏向光45になる。このように基本波14と平行な偏向光45は、光学部品支持枠50上で光軸(中心)対称に形成された指標51に照射される。指標51は、照射された偏向光45のスポットのズレ、すなわち光軸ずれが容易に認識できるように、図に示すように、格子状に形成されていることが好ましい。この場合、偏向光45が光軸に対して対称の位置となるように光学部品支持枠を調整すると、基本波の透過光14は光軸上を通るようになる。このように、SHG波の $\pm 1$ 次回折光15を基本波14から適当に離れた位置で基本波と平行となるように調整することによって、光学部品支持枠50上の指標51の設置位置は光軸から常に一定の距離にすることができ、十分遠方に配置する部品と、近傍に配置する部品に対して、同じ部品支持枠を使用することが可能になる。さらに、偏向光45が透過光14と平行であるならば、部品支持枠50を回転させても指標51上のスポット位置の光軸対称性は維持されるため、反射型光学部品の光軸調整装置に利用することが可能になる。

【0031】一方、図8に示すような構成によれば、図7に示す構成同様、基本波の透過光14、SHG波の透過光16及びSHG波の $\pm 1$ 次回折光15が発生する。これらの内、SHG波の $\pm 1$ 次回折光15が、図6に示す回折型の偏向、集束素子に入射して偏向要素であるマイクロプリズムアレイ40によって偏向された後、偏向集束要素であるオフアクシス型集束性回折レンズ42によって集束するように射出される。これらの素子40、42は、射出後の集束光の光軸が、基本波及びSHG波の透過光14、16に対して適当に離れた位置で平行となるように偏向角と位相変調量を有するように構成されている。従って、図7で示した構成と同様に、偏向光45' は光学部品支持枠50上で光軸(中心)対称に形成された指標52に照射される。なお、指標52に照射されるスポットは、集束光であるため、透明基板43からの距離に応じて、その径が変化する。この場合、偏向光45' が光軸に対して対称の位置となるように光学部品支持枠50を調整すると、基本波の透過光14は光軸上を通るようになる。また、図7に示す構成と同様、十分遠方に配置する部品、近傍に配置する部品に対して、同じ部品支持枠を使用することが可能になり、指標51上のスポット中心と光軸位置の対称性より、反射型光学部品の光軸調整装置に利用することも可能になる。さらに、本構成を用いる場合、予め左右の偏向光45' のスポットサイズ、光軸上の距離、及び部品支持枠50の回転角の関係を調べておけば、指標52上のスポットサイズから部品の大体の回転角を知ることができる。このため、指標52は、スポットサイズが認識できるように、図に示すように、同心円状に形成された輪帯状のものが

好ましい。なお、発散性のスポットでも同様のことがいえるので、オフアクシス型集束性回折レンズ42の焦点位置より後方の発散光、あるいは発散性の回折型レンズを用いても良い。

【0032】以上説明した、図5乃至図8に示す構成では、透明基板43内の基本波とSHG波の透過光14、16の経路は、空气中としているが、もちろん基板媒質中であるような構成であっても差支え無い。

【0033】図9および図10は、本発明の回折機能を有するSHG素子を用いたアライメント方法のうち、光軸高さ調整方法を説明する斜視図及び側面図である。レーザービーム基準面（除振台等）68には、近赤外レーザー光源60が設けられており、この射出側には、前述したマイクロプリズムアレイを含む構成の回折機能を有するSHG素子のユニット61、このユニット61の射出部分に配された赤外線フィルター62、および光軸に沿って一定間隔をおいて指標支持板63、63'が配されている。この指標支持板63、63'には、光軸対称で格子状の調整用の指標64、64'が形成されている。そして、近赤外レーザー光源60からの近赤外線基本波65は、SHG素子のユニット61を通過した後、SHG透過光66及びこの透過光66から所定の距離だけ離れ、これと平行なSHG±1次回折光の偏向光67となる。

【0034】次に、図9および図10に示す構成において、光軸高さ調整方法を説明する。近赤外レーザー光源60から射出する基本波65であるレーザービームの高さが、基準面から一定となるように、図7に示す構成を有するSHG素子ユニット61を用いて調整する。SHG素子ユニット61からの射出光のうち、基本波65の透過光を赤外線吸収フィルター62によって除去すると、透過光の内、SHG波の透過光66だけが空間を伝搬して行く。このとき、透過光66と±1次の回折光の偏向光67は、回折格子の格子ベクトルに対して平行な直線上に並ぶので、格子ベクトルを基準面68と平行になるように選ぶと、透過光66と偏向光67の3つの光スポットは、SHG素子ユニット61から適当に離れた位置でも基準面68から同じ高さにあることになる。

【0035】ここで、指標64、及び光軸に対して対称位置に形成された一対の指標64'が基準面から同じ高さを示すように形成された2枚の指標支持板63、63'をSHG素子ユニット61の近傍と、十分な遠方に設置する。この場合、近赤外レーザー光源60から射出する基本波レーザービーム65の基準面68からの高さが一定ならば、SHG波の透過光66と±1次回折光の偏向光67は、十分離れた2つの指標支持板63、63'上で同じ高さを示す。よって、2つの指標の示す高さが等しくなるように、レーザー光源筐体のあおり角を調整するか、あるいはレーザービームの傾き角を反射装置等で調整することで、光軸高さを一定に調整することができる。上述したように、基本波は全く出てこない構成にな

っているので、有害な高出力の近赤外散乱光に対する心配が不要になり、基本波のSHG素子への入射条件が満たされていれば、基本波と同軸上にSHG波が発生するので、ガイド光であるSHG波は自動的に基本波と重なり、何等調整する必要がない。

【0036】次に、図11乃至図15を参照して、図7に示した構成を持つSHG素子による光学部品のアライメント方法について説明する。ここでは、例として、空間フィルターの光軸調整方法について説明する。空間フィルターは、2個のレンズと絞り又はピンホールの計3点の光学部品で構成されている。

【0037】まず、図11の配置を取るよう調整を行う。今、近赤外レーザー光源60から射出する基本波65に関して、既に図9及び図10に示した方法で光軸高さが調整されていたとする。SHG素子ユニット61からの射出光のうち、基本波65の透過光を赤外線吸収フィルター62によって除去すれば、SHG波の透過光66と±1次の回折光の偏向光67が空間を伝搬して、支持枠70を照射する。この支持枠70には、図に示すように、中心に孔の開いた同心円で輪帯状に構成された基準点を指示するための指標72が形成されている。また、この指標72の左右対称の位置には、光軸に対して垂直な面内で支持枠70の位置を調整するための、図に示すように矩形を4分割して構成された一対の指標71が形成されている。さらに、支持枠70の後方には、適当な距離を置いて支持枠70と平行で支持枠70と一体的に回転する反射面73が設けられており、支持枠70に形成された指標72の中心の孔を透過したSHG波の透過光66は、この反射面73で反射される。基準点指標72を対称の中心として、SHG波の±1次回折光の偏向光67が指標71の対称位置を照射するように、光軸に対して垂直な面内で支持枠70の位置を図の矢印で示すように調整すると、SHG波の透過光66は、基準点指示指標72の中心を通り反射面73で反射する。このとき、基準点指示指標72の支持枠70がSHG波の透過光66に対して直交していない場合は、反射面73からの反射光は支持枠70の裏面でスポットを生じる。支持枠70を矢印で示すように回転させて、この裏面のSHG波の透過光66のスポットを消滅させたとき、SHG波の透過光66と基準点指示指標72は直交する配置になる。

【0038】次に、図12に示すように、前記支持枠70に対して近赤外レーザー光源60側に配される基本波コリメート用のレンズ74をマウントした光学部品支持枠76を調整する。光学部品支持枠76には、支持枠70と同様な構成で、光軸対称に配された指標75が形成されている。この指標75に対して、SHG波の±1次回折光の偏向光67が指標75の対称位置を照射するように、光軸に対して垂直な面内で光学部品支持枠76の位置を図の矢印で示すように調整し、かつ基本波コリメー



ト用のレンズ74を透過したSHG波の透過光66が、支持枠70の基準点指標72の中心を通るように部品支持枠76を矢印で示すように回転する。これにより、基本波コリメート用のレンズ74は、その中心が光学系の光軸を通り、かつ支持枠76が光軸に直交するように調整がなされる。

【0039】次に、図13に示すように、前記光学部品支持枠76に対して近赤外レーザ光源60側に配される絞り又はピンホールマウント87をマウントした光学部品支持枠86を調整する。光学部品支持枠86には、支持枠70、76と同様な構成で、光軸対称に配された指標85が形成されている。この指標85に対して、SHG波の±1次回折光の偏向光67が指標85の対称位置を照射するように、光軸に対して垂直な面内で光学部品支持枠86の位置を図の矢印で示すように調整する。この場合、光学部品支持枠86にマウントされた絞り又はピンホールマウント87の径が十分に大きければ、SHG波透過光66が支持枠70の基準点指標72に到達するので、この基準点指示指標72の中心を通るように、絞り又はピンホールマウント87をマウントした光学部品支持枠86を図の矢印で示す方向に回転させることで支持枠86と光軸が直交するように調整できる。

【0040】ただし、絞り又はピンホールマウント87の開口径が小さくて、SHG波透過光66が十分に基準点指示指標72に到達しない場合は、図6及び図8に示したような構成を有するSHG素子を用いれば良い。この場合、光学部品支持枠86の指標85上に発生するSHG波±1次回折光の偏向光67のそれぞれのスポット径が同じ大きさになるように、光学部品支持枠86を矢印で示す方向に回転させることで、支持枠86と光軸が直交するように調整される。

【0041】次に、図14に示すように、前記光学部品支持枠86に対して近赤外レーザ光源60側に配される基本波集光用のレンズ98をマウントした光学部品支持枠96を調整する。光学部品支持枠96には、支持枠70、76、86と同様な構成で、光軸対称に配された指標95が形成されている。この指標95に対して、SHG波の±1次回折光の偏向光67が指標95の対称位置を照射するように、光軸に対して垂直な面内で光学部品支持枠96の位置を図の矢印で示すように調整する。また、基本波集光用のレンズ98及び光学部品支持枠76の基本波コリメート用のレンズ74を透過したSHG波透過光66が支持枠70の基準点指標72の中心を通るように、光学部品支持枠96を図の矢印で示す方向に回転させることで支持枠96と光軸が直交するように調整する。この場合、光学部品支持枠86の絞り又はピンホールマウント87の開口径が小さくて、SHG波透過光66が十分に基準点指示指標72に到達しないときは、前記同様、図6及び図8に示したような構成を有するSHG素子を用いれば良い。この場合、光学部品支持枠9

6の指標95上に発生するSHG波±1次回折光の偏向光67のそれぞれのスポット径が同じ大きさになるように、光学部品支持枠96を矢印で示す方向に回転させることで、支持枠96と光軸が直交するように調整される。

【0042】以上のようにして、基本波コリメート用のレンズ74、絞り又はピンホールマウント87及び基本波集光用のレンズ98の光軸に対して垂直な面内におけるアライメントが完了する。光軸方向の調整は、ある程度までは機械的に行えるが、レンズ等の分散素子の最終的な調整はレンズが基本波とSHG波の2波長に対して収差補正されていない限り使用する波長で行うしかない。従って、この場合、光軸方向の調整を行うためには、赤外吸収フィルター62を取り外して基本波65の透過光が伝搬するようにし、図15に示すように、代わりに可視光吸収フィルター79を挿入してSHG波の透過光66を除去する。そして、図に示すような同心円で輪帯状の反射型の蛍光発光素子80を、支持枠70と光学部品支持枠76との間、及び光学部品支持枠76、86間に順に配して光軸方向にスポットを観察しながら順に調整を行う。

【0043】上述した本発明のSHG素子では、偏光方向回転手段を用いてSHG波の発生を逆に抑制することもできるので、光学系中に本発明のSHG素子を複数台用いた状態でも、必要なSHG素子だけからSHG波を取り出すことができる。これによれば、基本波からSHG波への不要な光エネルギーの変換が減り、また、不要なSHG波による迷光の発生をさけることができる(図示せず)。

【0044】なお、以上図面を参照して説明した本発明の実施例では、1次元直線回折格子を用いた構成を示したが、2次元直交直線格子を用いれば、光軸の左右だけでなく光軸の上下にもSHG回折光スポットを発生させることができ(図示せず)、あるいは同心円状格子を用いれば、輪帯状にSHG回折光を発生させることもできるので(図示せず)、このような形状の格子を使用しても良い。また、回折格子の作製手段としては、回折格子を単体として作製する場合には、ガラス、単結晶等の透過率の高い媒質の表面に、エッチング法などで矩形に溝を作製するか、そのような溝に異なる屈折率の物質を充填するか、イオン交換法等の手法により異なる物質を選択的に導入して、屈折率の異なる部分を作製する方法がある。またSHG結晶と回折格子を一体に作製する場合には、SHG結晶の表面を直接上記と同様な手法で加工して作製するか、あるいはSHG結晶表面に物理・化学的手法で作製した透明薄膜を上記と同様な手法で加工して作製する方法がある。さらに、図5、図6で示したマイクロプリズムアレイ及びオフアクシス型集束性回折レンズは、ガラス等の透明基板の表面または基板の表面に物理・化学的手法で作製した透明薄膜をエッチング法等

でブレース化することによって作製する。あるいは、原盤を電子ビームまたはレーザービームで描画作製して、Ni電鍍法で型を起こすか、又は切削法で型を作製して、これをもとにゾルゲル法で素子を作製することもできる。

【0045】また、以上の実施例で述べた1次元の直線回折格子の場合においては、SHG結晶であるLiNbO<sub>3</sub>の表面にプロトン交換法で作製した回折格子と誘電体エッチング格子と組み合わせるか、あるいは結晶表面に波長以下の微細な周期構造による構造複屈折を導入して複屈折性回折格子とすれば、異常光線に対して常光線の回折効率を通常回折格子よりも低くなるようにできるので、異常光線であるSHG波の回折効率に対して常光線である基本波の回折効率を通常回折格子の場合よりも低く、すなわち基本波の透過率を通常回折格子よりも高くすることができる。

【0046】さらに、以上の実施例で示した偏光回転子には、液晶の印加電圧制御、1/2波長板の機械的な回転、直線偏光の基本波を1/4波長板によって円偏光にして、その先に設けた偏光板を機械的に回転させる方法、ファラデー回転子の印加電圧制御等の方法を用いた素子

を利用している。

【0047】以下、上記した本発明において、その特徴となる部分を記載する。なお、以下に記載するように、各項に記載されている特徴は、その項が引用している任意の項に従い、特徴部分同志の組み合わせが可能であり、本発明は、そのような特徴部分の任意の組み合わせも含んでいる。

(1) 光軸を調整するための光軸調整装置において、入射光束に対して第一種の位相整合条件を満たすべく配置された一軸性結晶からなる透過型の第2高調波発生素子と、前記位相整合条件を満たすべく前記一軸性結晶の温度を調整するための温度調整手段と、前記第2高調波発生素子を透過した光束を受けて前記第2高調波発生素子からのSHG波の所定の光量を回折するための透過型回折格子と、を有することを特徴とする光軸調整装置。

【0048】上記した温度調整手段としては、ペルチェ素子、あるいはシリコンラバーを用いるのが好ましい。このように、透過型の素子を用いて、不可視光を可視化しているため、光学系の光源が近赤外のような不可視の波長領域であっても、精密な光学系の調整が可能になる。

(2) 前記第2高調波発生素子の基本波の前記回折格子による回折光を除去するための赤外光吸収フィルターをさらに有することを特徴とする上記(1)に記載の光軸調整装置。

【0049】この場合、赤外吸収フィルターは、基本波の透過光が反射、吸収等による損失を受けないために、光軸部分に開口のあるものが望ましい。このように赤外吸収フィルターを射出側に設けることによって、不可視光の迷光を吸収することができ、安全に光軸調整を行う

ことが可能になる。

(3) 前記回折格子は矩形の断面形状を有し、前記回折格子を通過する光束の位相の進相部分と遅相部分との幅の比が1:1であることを特徴とする上記(1)または(2)に記載の光軸調整装置。

【0050】このように、矩形の断面形状を有し、格子の進相部分と遅相部分の幅の比が1:1となっている回折格子を採用することにより、奇数次の回折光のみを発生させることが可能になる。このため、調整に用いる1次回折光の強度が大きくなるので、調整が容易になる。

(4) 前記第2高調波発生素子は、光軸の回りに回動可能に保持されていることを特徴とする上記(1)乃至(3)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0051】第2高調波発生素子を光軸の回りに回転可能に保持し、入射光束の偏光面に応じて回転させることにより、SHG波への変換効率を所定の値にする。このように、SHG波の光量の調整が可能となるので、光軸調整が容易になる。

(5) 前記第2高調波発生素子の入射側に第1の1/4波長板を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(1)乃至(4)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0052】楕円偏光している入射光束を、1/4波長板によって直線偏光に変換することが可能になるので、入射光束が楕円偏光の状態にあっても、SHG波の光量の調整が可能となり、光軸の調整が容易になる。

(6) 前記第1の1/4波長板は、着脱可能に設けられていることを特徴とする上記(5)に記載の光軸調整装置。

【0053】入射光束の性質に応じて1/4波長板を着脱自在に構成したため、入射光束が楕円偏光、直線偏光のどちらであっても、光軸の調整が可能になる。

(7) 前記回折格子の射出側に第2の1/4波長板を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(5)又は(6)に記載の光軸調整装置。

【0054】射出側に1/4波長板を設けることによって、入射前の偏光状態に戻すことが可能になり、光軸調整装置に入射する前の光束の性質を担保することができる。

(8) 前記第2の1/4波長板は、着脱可能に設けられていることを特徴とする上記(7)に記載の光軸調整装置。

【0055】第2の1/4波長板を着脱可能とすることにより、入射前の偏光面を維持する必要がない場合には、射出側の1/4波長板を外しておくことが可能になり、光軸調整装置に係る光学部品を少なくすることができる。

(9) 前記第2高調波発生素子の入射側に第1の偏光回転素子を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(1)乃至(8)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0056】この場合、第1の偏光回転素子としては、液晶、1/2波長板の機械的な回転、直線偏光を1/4波長

板によって円偏光にした後に、偏光板を機械的に回転させる方法、ファラデー素子等が該当する。このように、偏光回転子を近赤外の基本波の入力側に設けて入射偏光の方向を回転できるように構成することで、相対的な偏光方向を適当な量だけ回転して入射基本波の偏光方向とSHG結晶の常光線方向の相対的角度が調整でき、SHG波の出力を任意に調整することができる。すなわち、回折光の光量を調整することができるので光軸の調整が容易になる。

(10) 前記回折格子の射出側に第2の偏光回転素子を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(9)に記載の光軸調整装置。

【0057】偏光回転子を射出側にも設けることにより、光軸調整装置通過後の偏光面を入射時の偏光面と同じにすることができる。このように、入射時の偏光面が担保されるので、光軸調整装置が光路中に挿入されたことを意識すること無く、光軸調整を行うことが可能になる。

(11) 前記第2高調波発生素子の入射側に第1の1/4波長板を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(10)に記載の光軸調整装置。

【0058】楕円偏光の入射光束は、1/4波長板によって直線偏光に変換されるので、入射光束が楕円偏光している場合であっても、SHG波の光量の調整が可能となり、光軸の調整が容易になる。

(12) 前記第1の1/4波長板は、着脱可能に設けられていることを特徴とする上記(11)に記載の光軸調整装置。

【0059】入射光束の偏光に応じて1/4波長板を着脱するため、楕円偏光、直線偏光の両方の調整が可能になる。

(13) 前記回折格子の射出側に第2の1/4波長板を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(11)又は(12)に記載の光軸調整装置。

【0060】射出側に1/4波長板を設けることによって、光軸調整装置の入射前の光束の偏光状態に戻すことができ、光軸調整装置が光路中に挿入されても、その後の調整に影響を及ぼすことはない。

(14) 前記第2の1/4波長板は、着脱可能に設けられていることを特徴とする上記(13)に記載の光軸調整装置。

【0061】入射前の光束の偏光状態を維持する必要がある場合には、射出側の1/4波長板を外しておくことが可能になり、光軸調整に係る光学部品を削減できる。

(15) 前記回折格子は、1次元直線格子であることを特徴とする上記(1)乃至(14)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0062】回折格子で生成される回折光は、基本波を中心に対称な2点となるため、回折格子の構成が簡単になる。

(16) 前記回折格子は、2次元直交直線格子であることを特徴とする上記(1)乃至(14)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0063】2次元直交直線格子によって、光束は2次元アレイ状に回折される。このように回折光が2次元に配列されるので光軸の調整が精密になる。

(17) 前記回折格子は、同心円状格子であることを特徴とする上記(1)乃至(14)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0064】同心円状の回折格子によって、光束は輪帯状に回折される。このように回折光が同心の輪帯状に回折されるので光軸の調整が容易になる。

(18) 前記回折格子は、前記第2高調波発生素子に一体化して設けられていることを特徴とする上記(1)乃至(17)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0065】第2高調波発生素子を透過した光束は、第2高調波発生素子に一体に設けられている回折格子に入射し回折光を生成する。このように、第2高調波発生素子と回折格子が一体に形成されているので、装置全体が小型になる。

(19) 前記第2高調波発生素子の入射側に第1の偏光回転素子を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(18)に記載の光軸調整装置。

【0066】偏向回転子を近赤外の基本波の入力側に設けて入射偏光の方向を回転できるように構成することで、相対的な偏光方向適当な量だけ回転して入射基本波の偏光方向とSHG結晶の常光線方向の相対的角度を調整することができる。これにより、光軸調整に係る回折光の回折方向を変えことなく回折光の光量を調整できるので光軸調整が容易になる。

(20) 前記回折格子の射出側に第2の偏光回転素子を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(18)又は(19)に記載の光軸調整装置。

【0067】偏向回転子を射出側にも設けることにより、光軸調整装置透過後の光束の偏光面を入射時の偏光面と同じにすることができる。このように、入射時の偏光面が担保されるので、光軸調整装置が光路中に挿入されたことを意識することなく、光軸調整が行える。

(21) 前期第2高調波発生素子の入射側に光軸の回りに回動可能に設けられた第1の1/4波長板と前記回折格子の射出側に光軸の回りに回動可能に設けられた第2の1/4波長板とを有することを特徴とする上記(18)乃至(20)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0068】楕円偏光の入射光束は、1/4波長板によって直線偏光に変換され、射出側の1/4波長板によって入射前の偏向状態に戻る。これにより、入射光束が楕円偏光している場合であっても、SHG波の光量の調整が可能となり、光軸の調整が容易になる。

(22) 前記回折格子は、1次元直線格子であることを

特徴とする上記(18)乃至(21)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。(15)に記載の光軸調整装置。

【0069】回折格子で生成される回折光は、基本波を中心に対称な2点となるため、回折格子の構成が簡単になる。

(23) 前記回折格子は、2次元直交直線格子であることを特徴とする上記(18)乃至(21)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0070】2次元直交直線格子によって、光束は2次元アレイ状に回折される。このように回折光が2次元に配列されるので光軸の調整が精密になる。

(24) 前記回折格子は、同心円状格子であることを特徴とする上記(18)乃至(21)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0071】同心円状の回折格子によって、光束は輪帯状に回折される。このように回折光が同心の輪帯状に回折されるので光軸の調整が容易になる。

(25) 前記回折格子からの1次回折光を光軸に平行に偏向するための偏向手段を前記回折格子の射出側に設けたことを特徴とする上記(1)乃至(24)のいずれかの1に記載の光軸調整装置。

【0072】偏向手段としては、マイクロプリズムアレイが形成された透明基板、マイクロプリズムアレイとオフアクシス型回折レンズが形成された透明基板が該当する。この構成により、回折格子によって生成された回折光は偏向手段を経て光軸に平行な光束に変換されるので、調整対象の光学部品間の距離に依存しない光軸調整が可能になる。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、不可視近赤外( $\leq \sim 1.5 \mu\text{m}$ )のハイパワーのレーザー光を光源とする光学系のアライメントに関して、基本波に対して透過型で回折機能を持つ透過型SHG素子を用いて発生させた可視のSHG波の±1次回折光が、光学部品支持枠の指標上で光軸対称の位置を照射するように部品支持枠の位置を調整することが可能となる。このため、不可視である基本波の位置を光学部品上で正確に認識することが可能となり、不可視近赤外の光源であっても正確に光学部品のアライメントを行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子の一例を示す斜視図。

【図2】図1に示した回折機能付きSHG素子の断面図。

【図3】回折機能付きSHG素子の別の構成を示す斜視図。

【図4】回折機能付きSHG素子のさらに別の構成を示す斜視図。

【図5】回折機能付きSHG素子に用いられる、可視回折光用の薄形偏向素子であるマイクロプリズムアレイを示す断面図。

10 【図6】回折機能付きSHG素子に用いられる、可視回折光用の薄形偏向素子であるオフアクシス型集束性回折レンズの断面図。

【図7】図5に示す構成を有する回折機能付きSHG素子を用いて光軸調整を行う場合を示す斜視図。

【図8】図6に示す構成を有する回折機能付きSHG素子を用いて光軸調整を行う場合を示す斜視図。

【図9】回折機能付きSHG素子を用いてアライメントを行う例を示す斜視図であり、光軸高さ調整方法を説明する斜視図。

20 【図10】図9に示す構成の側面図。

【図11】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子を用いて光学部品のアライメント方法の一例を示す斜視図(第1の手順)。

【図12】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子を用いて光学部品のアライメント方法の一例を示す斜視図(第2の手順)。

【図13】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子を用いて光学部品のアライメント方法の一例を示す斜視図(第3の手順)。

30 【図14】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子を用いて光学部品のアライメント方法の一例を示す斜視図(第4の手順)。

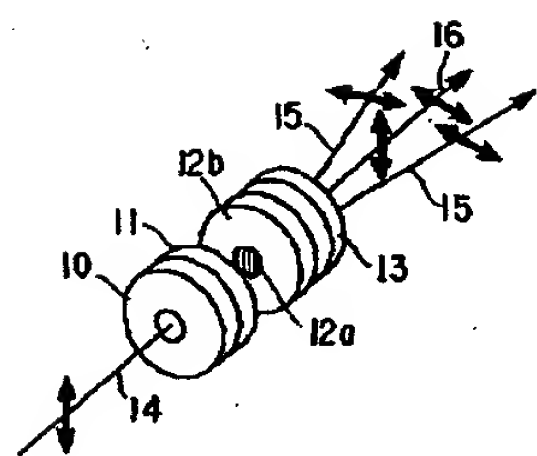
【図15】本発明に係る光軸調整装置において、回折機能付きSHG素子を用いて光学部品のアライメント方法の光軸方向の調整の方法を示す斜視図。

【符号の説明】

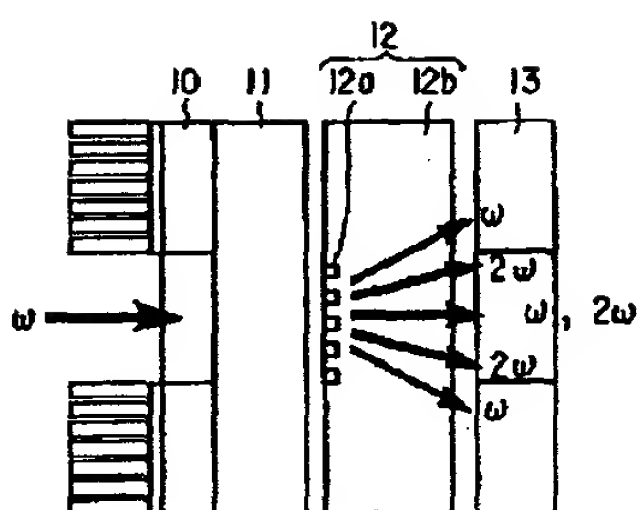
40 10…温度調節素子、11…一軸性のSHG結晶(第2高調波発生素子)、12…1次元直線回折格子(透過型回折格子)、13…赤外吸収フィルター、14…近赤外基本波、15…SHG波±1次可視回折光、40、41…マイクロプリズムアレイ、42…オフアクシス型集束性回折レンズ。



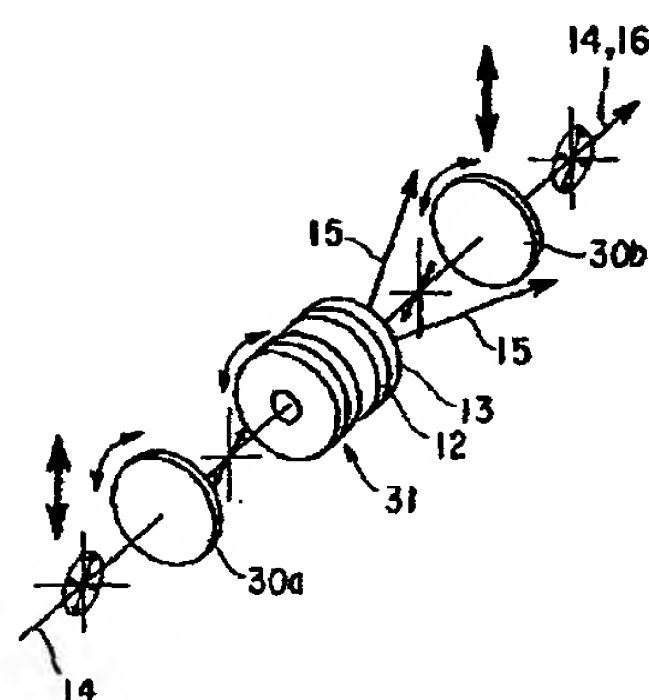
【図1】



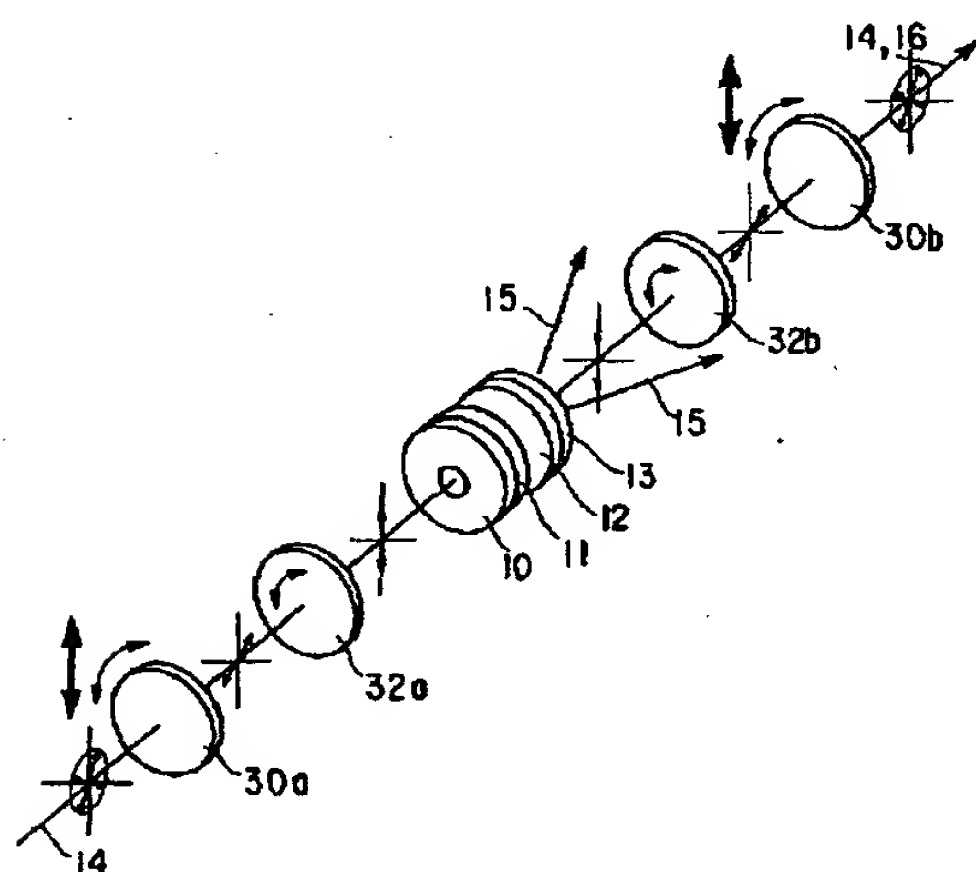
【図2】



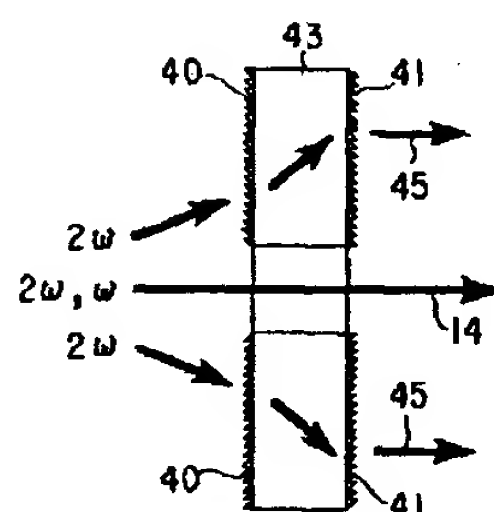
【図3】



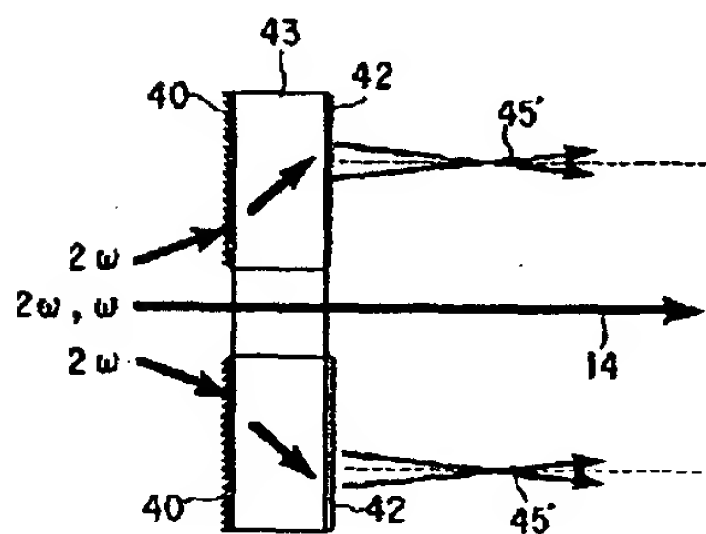
【図4】



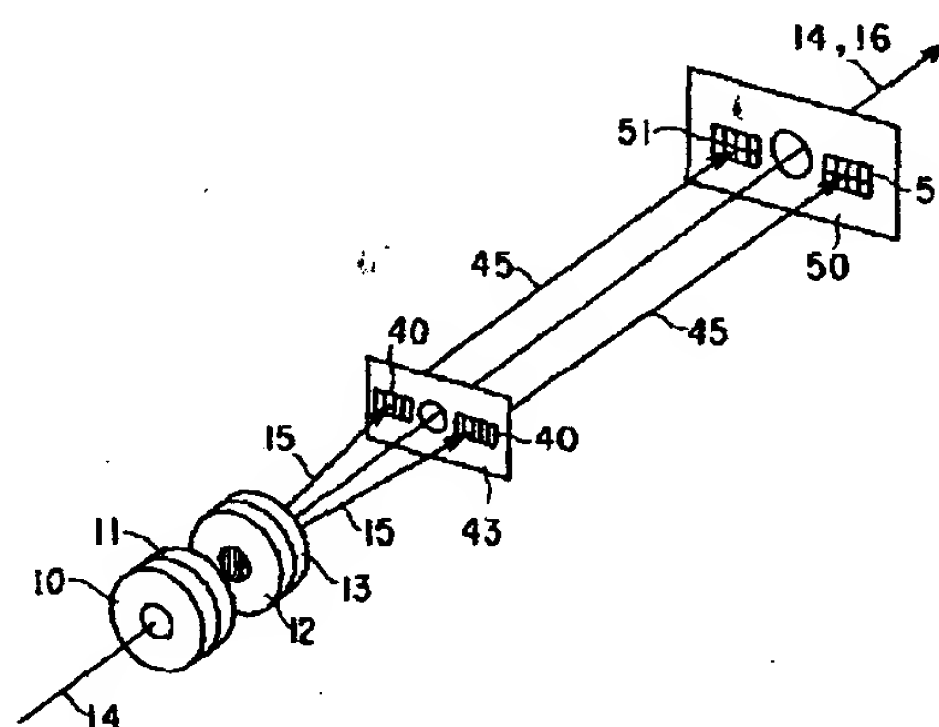
【図5】



【図6】

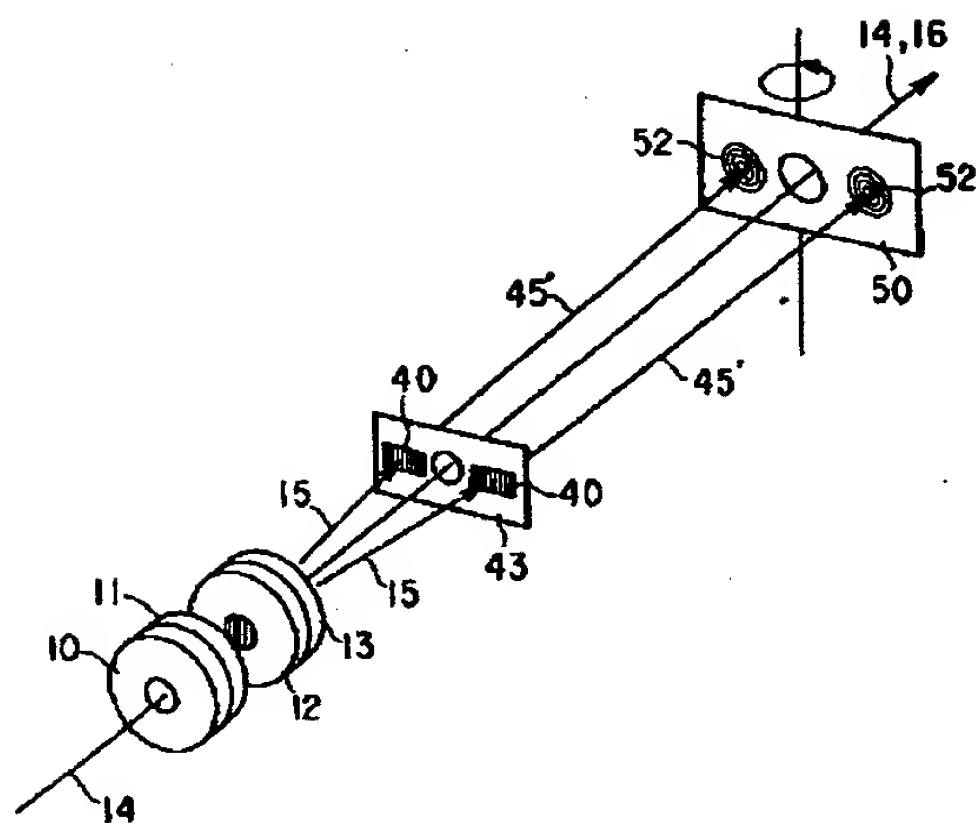


【図7】

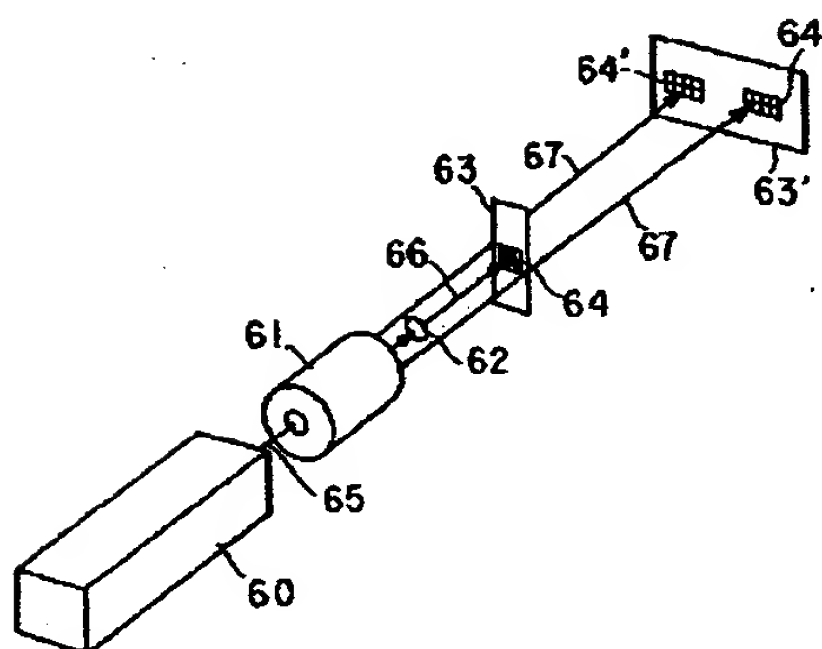




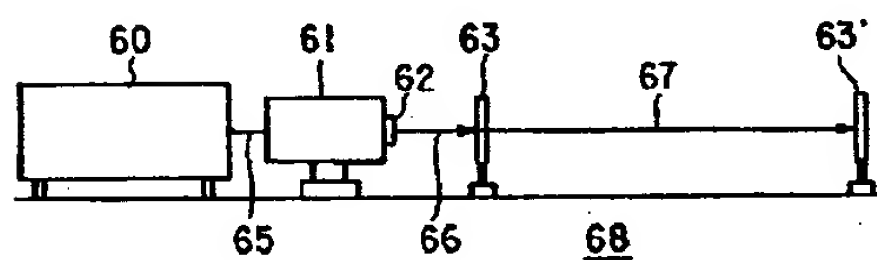
【図8】



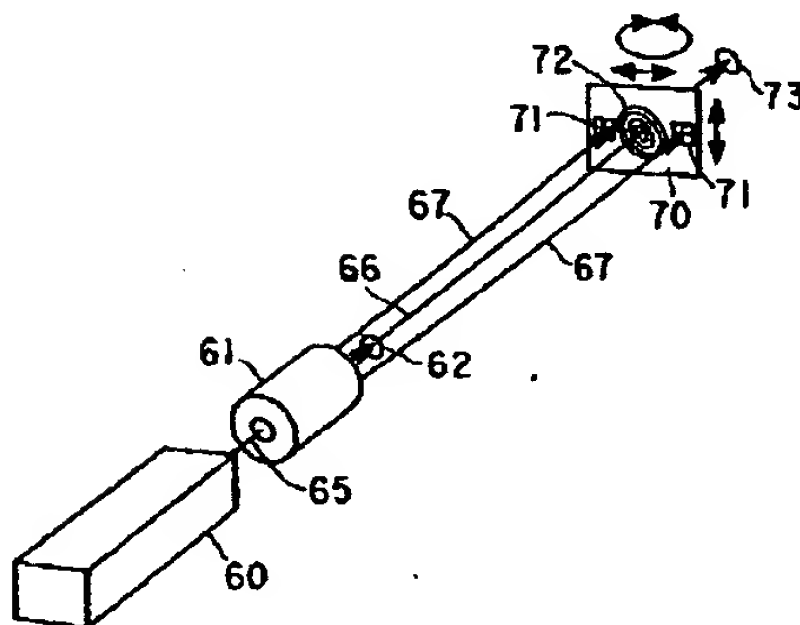
【図9】



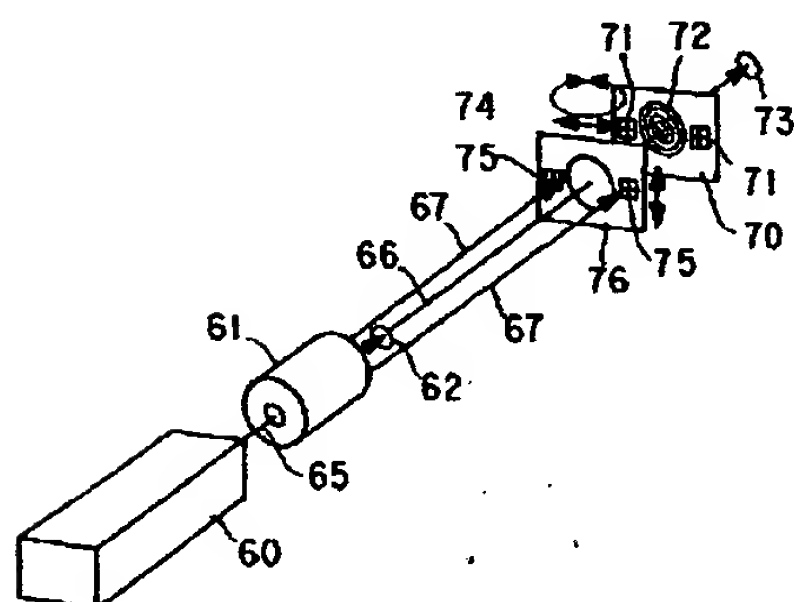
【図10】



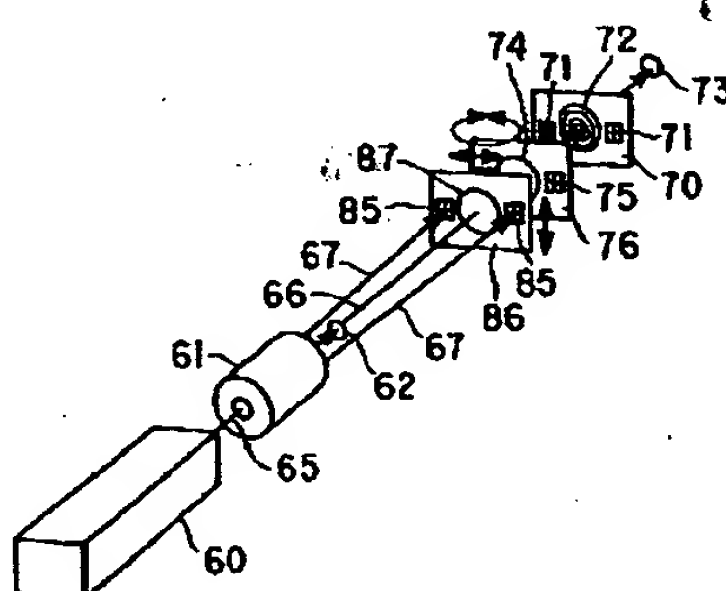
【図11】



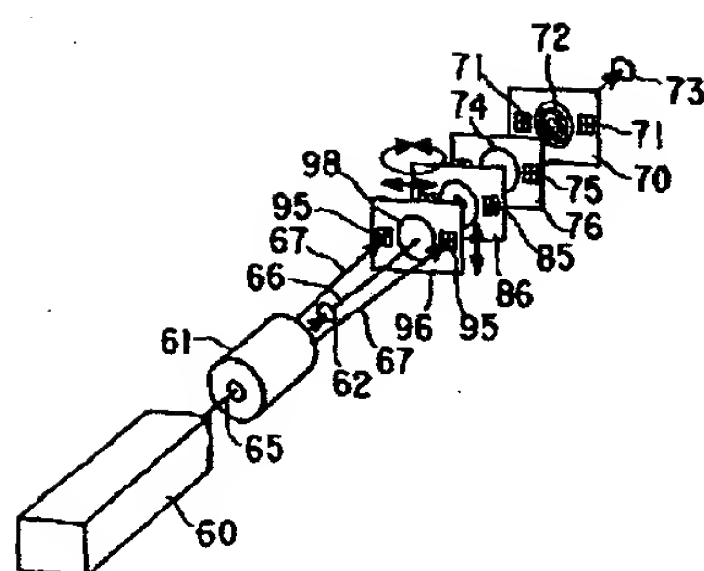
【図12】



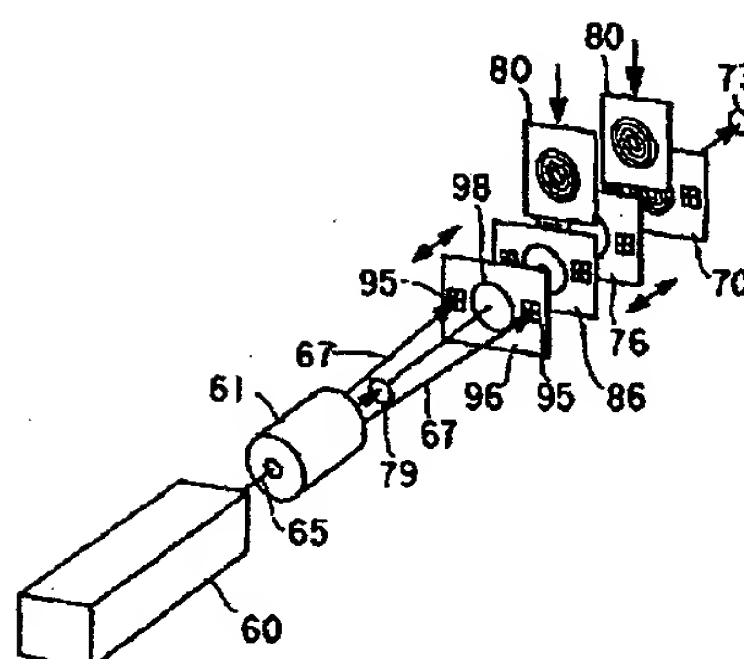
【図13】



【図14】



【図15】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年4月8日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【本発明の概要】まず、本発明の原理について説明する。SHGが得られる非中心対称性の一軸性結晶を用いて、90度方向で温度同調によって基本波（偏光面が常光線方向）とSHG波（異常光線方向）の屈折率を一致させる第1種の位相整合条件（即ち $n_o(\omega) = n_e(2\omega)$ ）を満たす配置をとるように結晶の方位と偏光方向を選択すると、入射する不可視の近赤外光（ $\lambda \leq 1.5 \mu\text{m}$ ）は温度調整素子で90度温度同調位相整合状態に調整してあるSHG素子によって、その一部が可視光に変換される。さらに矩形断面形状を持つ透過型回折格子の、回折格子上的進相部分と遅相部分の位相差 $\gamma$ がSHG波に対して例えば $\pi$ となるようにつくられている場合には、回折格子に入射するSHG波はすべて回折光となり（透過率 $\eta_o = \cos^2(\gamma/2)$ ）において位相差 $\gamma = 2\pi\Delta n \cdot T / \lambda = \pi$ なら $\eta_o = 0$ となり全て回折光となる。 $\Delta n$ ；進相部分と遅相部分の屈折率の差、 $T$ ；格子厚さ、 $\lambda$ ；波長）、かつ回折格子上的位相の進相部分と遅相部分の幅の比、即ちその矩形断面の幅の比率を1対1に設計してやれば、波長によらず高い回折効率で奇数次の回折光のみが現れる（回折光効率 $\eta_{\pm 1} = [(2/\pi) \sin(q\pi/2) / q \cdot \sin(\gamma/2)]^2$ 、 $q$ ；回折次数 $q = \pm 1$ 但し $i = 1, 2, \dots$ すなわち次数偶数の時は上式より $\eta_{\pm 2i} = 0$ 。一方、次数が奇数ならば、 $\eta_{\pm 1}$ はほぼ40.53%、 $\eta_{\pm 3}$ はほぼ4.50%、 $\eta_{\pm 5}$ はほぼ1.620%…）ことが回折理論より明

らかである。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】次に、図1および図2に示す回折機能を有するSHG素子の作用について説明する。温度調整素子10と一体化され温度調整することで90度方向温度同調によって第1種の位相整合条件（即ち $n_o(\omega) = n_e(2\omega)$ ）を満たす配置をとるように切り出され、研磨された一軸性SHG結晶11に対して、直線偏光の近赤外基本波14が孔開きの温度調整素子10を通して入射すると、基本波の偏光方向がSHG結晶11の常光線方向と一致するときに、基本波と同軸上に、偏光方向がSHG結晶11の異常光線方向である可視のSHG波が高い変換効率で発生する。このようにして発生したSHG波と基本波14が、透明材料12b上に作製された矩形断面形状で格子周期のデューティー比が1対1の1次元直線回折格子12aに入射すると、各波長が感じる位相差に従ってそれぞれ透過光と奇数次の回折光が発生する。この場合、例えば格子基板材料として、SHG波を発生させたSHG結晶と同じ結晶を選び、これに常光線方向に平行にエッチングして、格子厚さがSHG波に対して $T = \lambda / 2\Delta n$ （即ち回折格子上的進相部分と遅相部分の位相差 $\gamma$ が、 $\gamma = 2\pi\Delta n \cdot T / \lambda = \pi$ ）となるように回折格子を作製すると、SHG波は全て回折光となる（透過率 $\eta_o = \cos^2(\gamma/2) = 0$ 、回折光効率 $\eta_{\pm 1} = [(2/q\pi) \cdot \sin(\gamma/2)]^2$ 、 $q = \pm 1, \pm 3, \dots$ ；奇数次回折次数 $\eta_{\pm 1}$ はほぼ40.53%、 $\eta_{\pm 3}$ はほぼ4.50%、 $\eta_{\pm 5}$ はほぼ1.620%…）。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】図3および図4において、入射する楕円偏光は、楕円の主軸方向とFまたはS軸が一致するように回転させた1/4波長板30aによって、一方の主軸方向に $\pi/2$ のリタデーションが与えられることで直線偏光に変換される。この直線偏光の方向（方位）とSHG結晶の常光線とを一致させるために、図3に示すように、温度調節素子と一体化したSHG結晶31を回転させて最適方位を取るように構成している。このようにすれば、SHG結晶31へ入射する基本波の方位と透過後の基本波の方位は自動的に一致するので、入射側の1/4波長板30aに対して90度回転させた同じリタデーションを持つ1/4波長板30bを射出側に挿入しておけば、入射前の楕円偏光状態に戻すことができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】図9および図10は、本発明の回折機能を有するSHG素子を用いたアライメント方法のうち、光軸高さ調整方法を説明する斜視図及び側面図である。レーザービーム基準面（除振台等）68には、近赤外レーザー光源60が設けられており、この射出側には、前述した

マイクロプリズムアレイを含む構成の回折機能を有するSHG素子のユニット61、このユニット61の射出部分に配された赤外線フィルター62、および光軸に沿って一定間隔をおいて指標支持板63、63'が配されている。この指標支持板63、63'には、光軸対称で格子状の調整用の指標64、64'が形成されている。そして、近赤外レーザー光源60からの近赤外基本波65は、SHG素子のユニット61を通過した後、SHG透過光66及びこの透過光66から所定の距離だけ離れ、これと平行なSHG±1次回折光の偏向光67となる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】偏向回転子を近赤外の基本波の入力側に設けて入射偏光の方向を回転できるように構成することで、相対的な偏光方向を適当な量だけ回転して入射基本波の偏光方向とSHG結晶の常光線方向の相対的角度を調整することができ、SHG波の出力を任意に調整することができる。これにより、光軸調整に係る回折光の回折方向を変えることなく回折光の光量を調整できるので光軸調整が容易になる。（20）前記回折格子の射出側に第2の偏光回転素子を光軸の回りに回動可能に設けたことを特徴とする上記(18)又は(19)に記載の光軸調整装置。